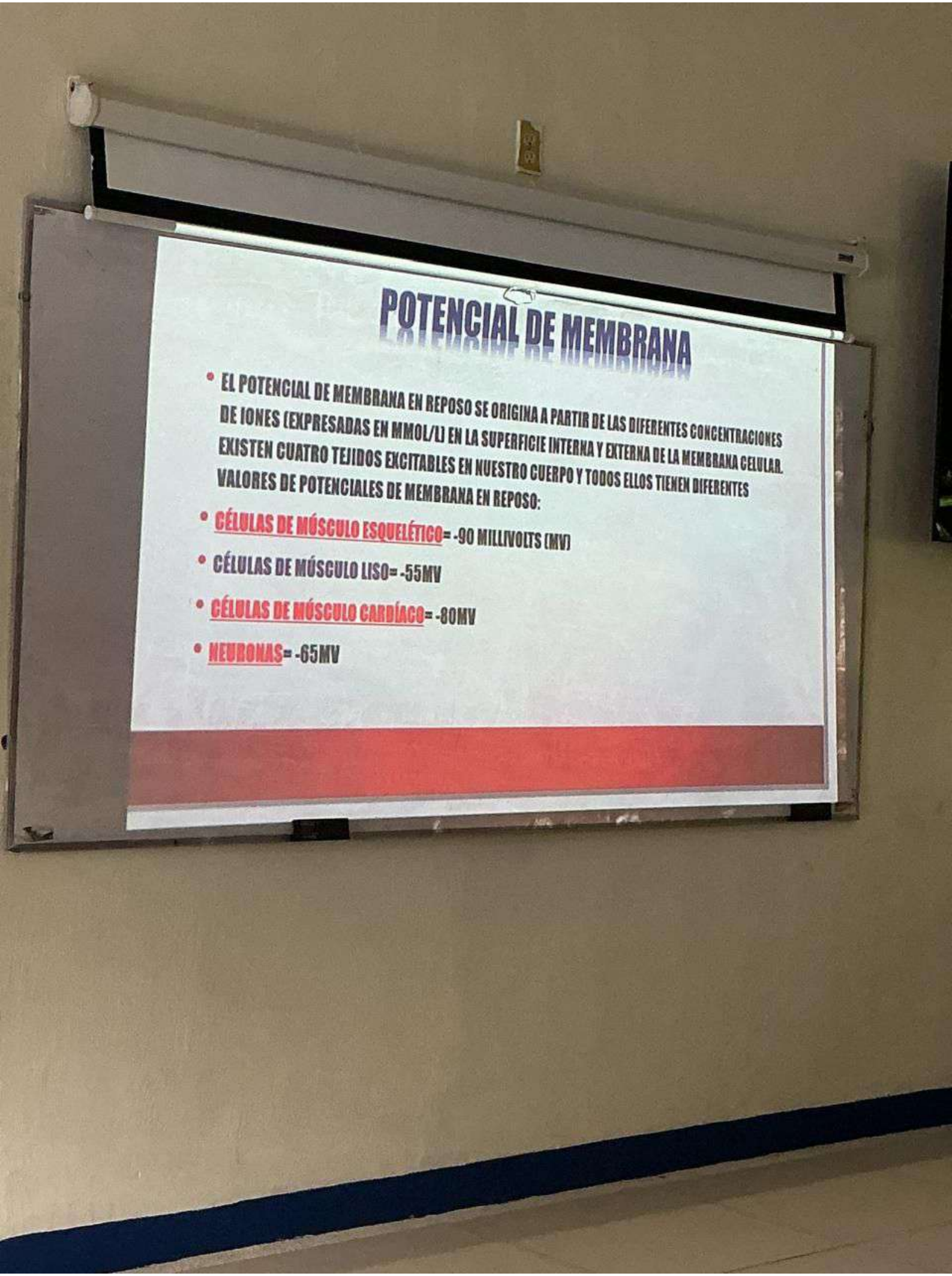
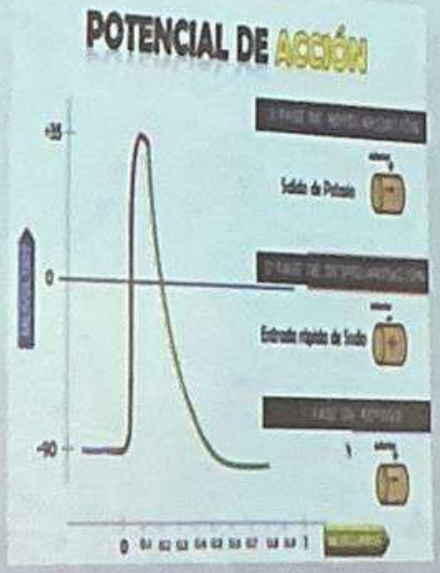

POTENCIAL DE MEMBRANA
• EL POTENCIAL DE MEMBRANA EN REPOSO SE ORIGINA A PARTIR DE LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE IONES (EXPRESADAS EN MMOL/L) EN LA SUPERFICIE INTERNA Y EXTERNA DE LA MEMBRANA CELULAR. EXISTEN CUATRO TEJIDOS EXCITABLES EN NUESTRO CUERPO Y TODOS ELLOS TIENEN DIFERENTES VALORES DE POTENCIALES DE MEMBRANA EN REPOSO:
• CÉLULAS DE MÚSCULO ESQUELÉTICO= -90 MILLIVOLTS (MV)
• CÉLULAS DE MÚSCULO LISO= -55MV
• CÉLULAS DE MÚSCULO CARDÍACO= -80MV
• NEURONAS= -65MV

POTENCIAL DE ACCIÓN

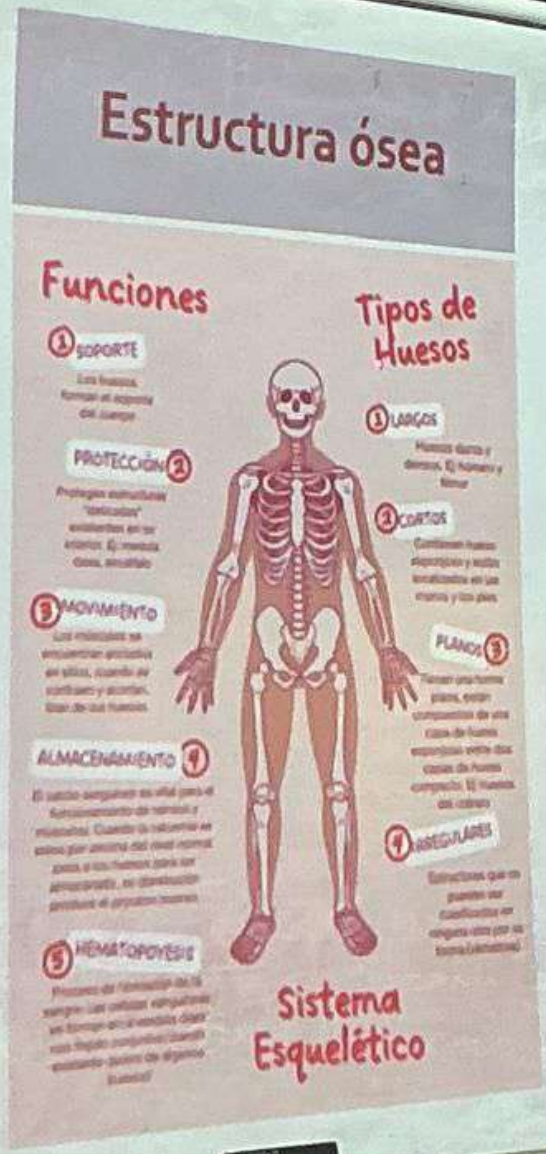
- LOS POTENCIALES DE ACCIÓN IMPLICAN CAMBIOS RÁPIDOS EN EL POTENCIAL DE MEMBRANA.
- CADA POTENCIAL INICIA CON UN CAMBIO REPENTINO DESDE UN PMR (-), CAUSANDO **APERTURA DE LOS CANALES DE MEMBRANA PARA EL SODIO** Y OTROS IONES.
- LA APERTURA DE ESTOS CANALES PERMITE QUE GRANDES CANTIDADES DE SODIO SE DIFUNDAN HACIA EL INTERIOR DE LA CÉLULA, CAUSANDO QUE EL POTENCIAL DE MEMBRANA SUFRA **UNA DESPOLARIZACIÓN.**
- SEGUIDO RÁPIDAMENTE DEL CIERRE DE LOS CANALES DE SODIO Y LA **APERTURA DE LOS CANALES DE POTASIO**, CONDUCIENDO A LA SALIDA DEL MISMO, RESTABLECIÉNDOSE EL PMR.

POTENCIAL DE ACCIÓN

- LOS POTENCIALES DE ACCIÓN IMPLICAN CAMBIOS RÁPIDOS EN EL POTENCIAL DE MEMBRANA.
- CADA POTENCIAL INICIA CON UN CAMBIO REPENTINO DESDE UN PMR (-), CAUSANDO APERTURA DE LOS CANALES DE MEMBRANA PARA EL SODIO Y OTROS IONES.
- LA APERTURA DE ESTOS CANALES PERMITE QUE GRANDES CANTIDADES DE SODIO SE DIFUNDAN HACIA EL INTERIOR DE LA CÉLULA, CAUSANDO QUE EL POTENCIAL DE MEMBRANA SUFRA UNA DESPOLARIZACIÓN.
- SEGUIDO RÁPIDAMENTE DEL CIERRE DE LOS CANALES DE SODIO Y LA APERTURA DE LOS CANALES DE POTASIO, CONDUCIENDO A LA SALIDA DEL MISMO, RESTABLECIÉNDOSE EL PMR.



Estructura ósea



Funciones:

- Los huesos del sistema esquelético forman una armazón que sostiene: músculos, tendones y ligamentos.
- El movimiento coordinado del esqueleto es posible gracias a estos.
- Protege a los tejidos blandos y mantiene en posición correcta.
- Proporciona estabilidad al cuerpo y mantiene su forma.
- Actúan como un reservorio de Calcio y la cavidad central de algunos contiene tejido conjuntivo hematopoyetico.

Sistema esquelético:

- Axial: huesos del cráneo, tórax y columna vertebral.
- Apendicular: huesos de miembros sup. e inf.

Tipos de Huesos Maduros

CORTICAL

Llamado **COMPACTO** constituye el 80% del esqueleto y forma la capa externa de cada unidad ósea

Posee una matriz intercelular calcificada y densamente empaquetada que lo hace más rígido.

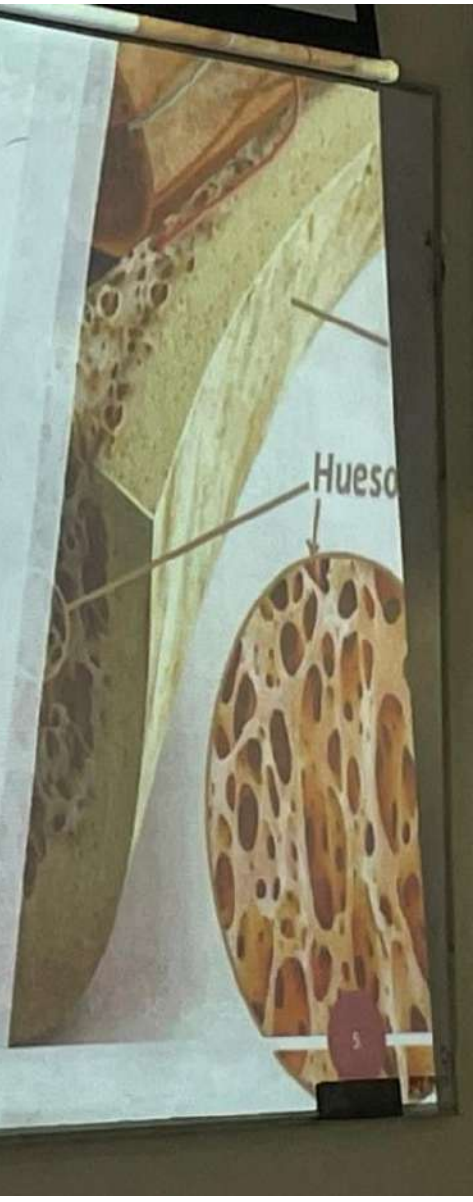
Es el componente principal de las unidades óseas tubulares, encontrándose a lo largo de las líneas de tensión de los huesos largos y forma una cubierta protectora exterior sobre los huesos.

ESPONJOSO

Llamado **TRABECULAR** se encuentra en el interior de cada unidad ósea.

Esta formado por trabéculas y espículas que adoptan un patrón entramado de estructuras revestidas por células osteogénicas, llenas de médula ósea roja o amarilla.

Es relativamente ligero, pero su estructura tiene propiedades de **fuerza tensil** y **soporte** de peso considerables.



Se clasifican en Huesos Largos, Cortos, Planos e Irregulares.

Huesos Largos: se encuentran en los miembros superiores e inferiores.

- Estructura típica: tiene un cuerpo o diáfisis y dos extremos o epífisis.
- Suelen ser estrechos en su porción media y anchos en los extremos.
- Formado por hueso de tipo compacto apenas ahuecado que forma un conducto de médula ósea.
- Los extremos están cubiertos por cartílago articular.

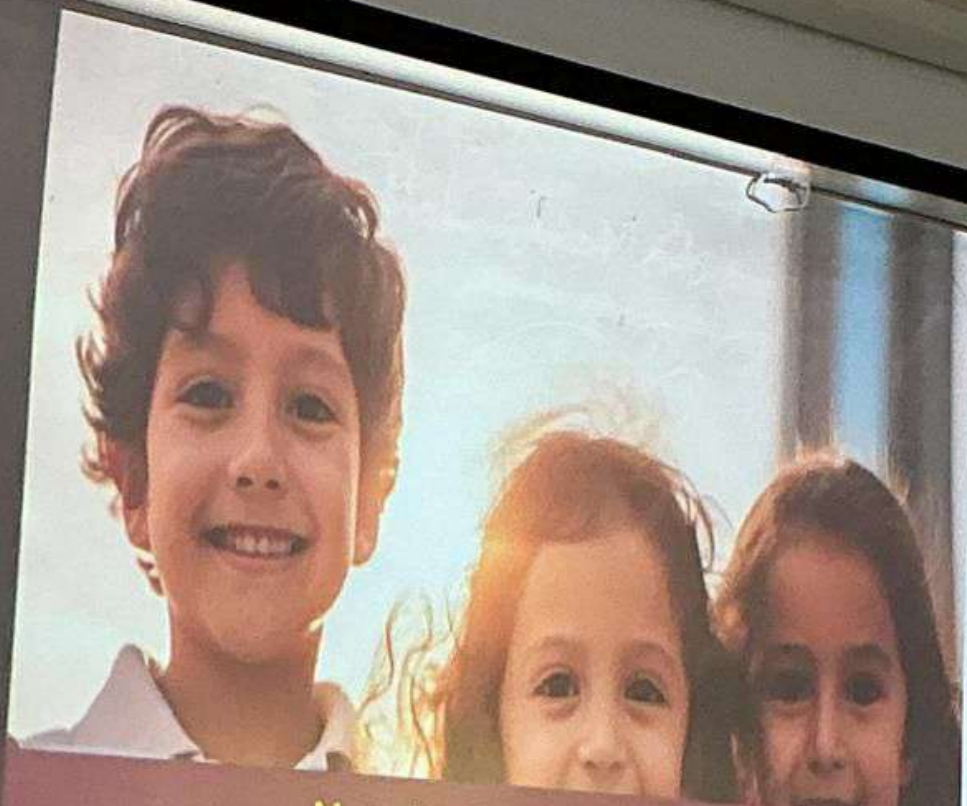
Huesos cortos: con forma irregular en los tobillos y muñecas:

- Son por completo hueso esponjoso a excepción de su superficie.

Huesos planos: se componen de una capa esponjosa entre dos capas compactas:

- Huesos del cráneo, la caja torácica, la escápula (necesarias para protección de estructuras subyacentes o inserción muscular).

Huesos irregulares: debido a sus forma no se pueden clasificar en otro apartado (huesos de las vértebras, etmoides, esfenoides)



Nota importante:

En los huesos en crecimiento, la parte de su cuerpo que se hace cónica a medida que se acerca a la epífisis se llama metáfisis y esta formado por trabéculas óseas con centros de cartílago.

En el niño la epífisis esta separada de la metáfisis por un disco de crecimiento cartilaginoso, después de la pubertad, la metáfisis y la epífisis se fusionan y cesa el crecimiento del disco.

Periostio y Endostio

Periostio

Cubre los huesos, excepto en sus extremos articulares.

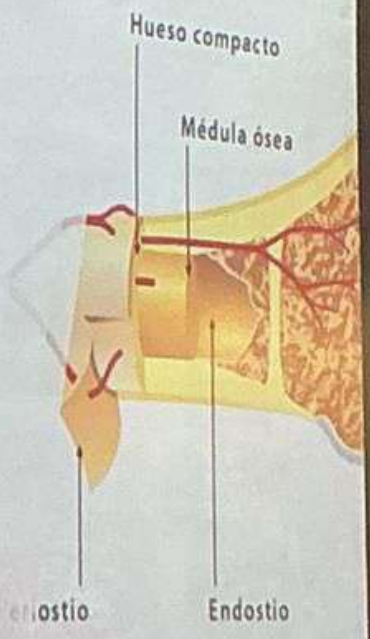
Tiene una capa externa fibrosa y una interna que contiene células osteoprogenitoras necesarias para el crecimiento y desarrollo de los huesos, cuenta con vasos sanguíneos.

Actúa como un anclaje para los vasos que entran y salen del hueso.

Endostio

Es la membrana que reviste los espacios del hueso esponjoso, las cavidades medulares y los conductos de Havers del hueso cortical.

Se compone principalmente de células osteoprogenitoras que contribuyen al crecimiento y la remodelación del hueso y son necesarias para su reparación.



Médula Ósea

- Está constituida por tejido conectivo reticular y células hematopoyéticas. Se encuentra en los espacios existentes.
- Ocupa las cavidades medulares de los huesos largos (fémur, húmero)
- Hueso esponjoso (vértebras, las costillas, el esternón y huesos planos de la pelvis), es decir entre las trabéculas.
- La médula ósea está dividida en dos compartimientos: "un compartimiento hematopoyético, y un compartimiento vascular"
- TIPOS:

Médula ósea Roja: contiene eritrocitos en desarrollo y es el sitio de formación de las cels. Sanguíneas.

Médula ósea Amarilla: contiene cels. adiposas.

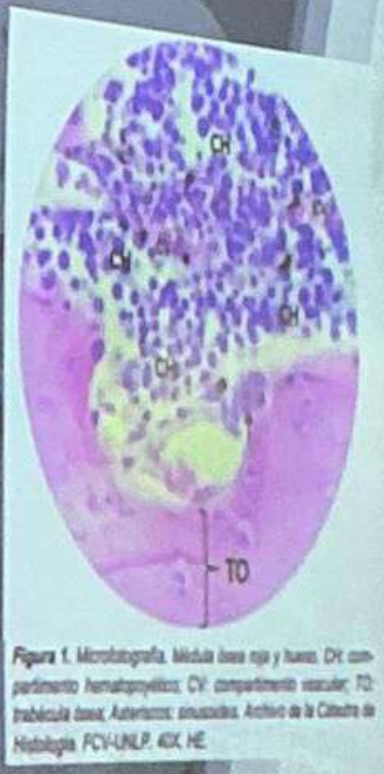


Figura 1. Microfotografía. Médula ósea roja y hueso. CH: compartimento hematopoyético; CV: compartimento vascular; TO: trabécula ósea; Asterisco: sinusoides. Archivo de la Cátedra de Histología FCV-UNLP. 40X. HE.

Médula Ósea

- Dato importante: al nacer la médula es totalmente roja y hematopoyéticamente activa, conforme se desarrolla y crece el individuo, la necesidad de producción de eritrocitos disminuye, por lo tanto es sustituida por médula amarilla de forma gradual en la mayoría de los huesos.
- Sin embargo en el adulto la médula roja persiste en las costillas, escápulas, huesos del cráneo, vértebras, esternón y los huesos iliacos. Además de los huesos largos.
- División de los compartimentos:
  - Compartimento hematopoyético.
  - Compartimento vascular.

Compartimento Hematopoyético

- Está formado por:
  - Un parénquima de células hematopoyéticas:
    - Las Células Madre Hematopoyéticas,
    - Las Unidades Formadoras de Colonias y,
    - Las células de los distintos linajes específicos.
  - Un estroma formado por células reticulares (células estromales),
  - Fibras reticulares,
  - Macrófagos,
  - Adipocitos.
- El ESTROMA forma estructuras columnares entre los sinusoides del compartimento vascular. La sustancia fundamental está compuesta por proteoglicanos y glicoproteínas multiadhesivas (fibronectina y laminina).

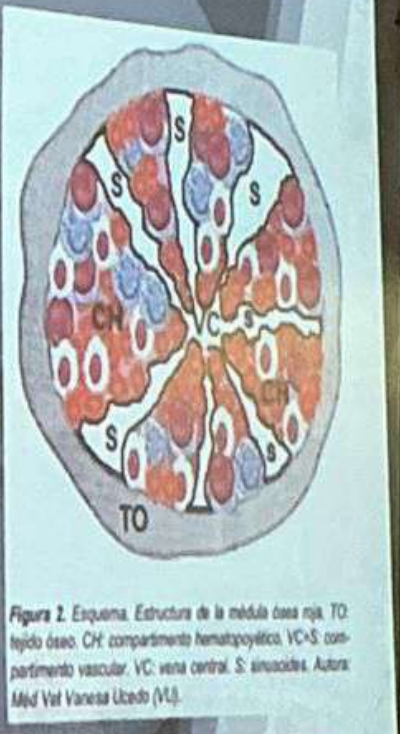
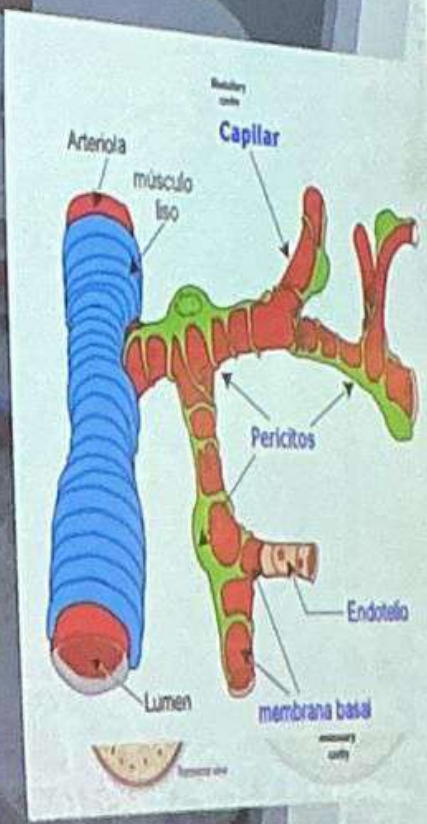


Figura 1. Esquema. Estructura de la médula ósea roja. TO: tejido óseo. CH: compartimento hematopoyético. VC+S: compartimento vascular. VC: vena central. S: sinusoides. Autora: Méd Vet Vanesa Ubedo (V.U).

Compartimento Vascular

- Las arterias nutricias que ingresan al interior de los huesos se ramifican y originan capilares de tipo sinusoide en la MO que drenan al sistema venoso.
- La pared de los sinusoides está revestida por células endoteliales que presentan poros con diafragma y apoyan en una lámina basal discontinua.
- Por fuera los PERICITOS (células reticulares adventicias) poseen prolongaciones que se introducen en el compartimento hematopoyético y junto con las fibras reticulares forman una red de sostén.

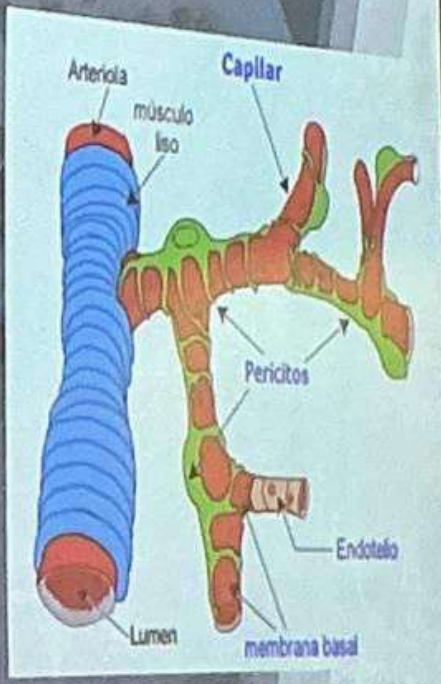


Compartimento Vascular

- Expresan actina de músculo liso y tienen capacidad contráctil. Además, estas células, al igual que las células reticulares del compartimento hematopoyético, pueden secretar colágeno tipo III que forma a las fibras reticulares.

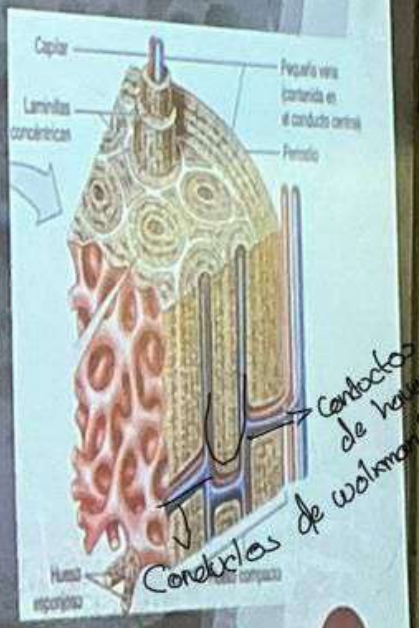
- Estos vasos sanguíneos son esenciales para el intercambio de nutrientes y desechos entre la sangre y las células hematopoyéticas.

- Los sinusoides son vasos de pared delgada que permiten un flujo sanguíneo eficiente y facilitan la comunicación entre los capilares y el sistema venoso central.



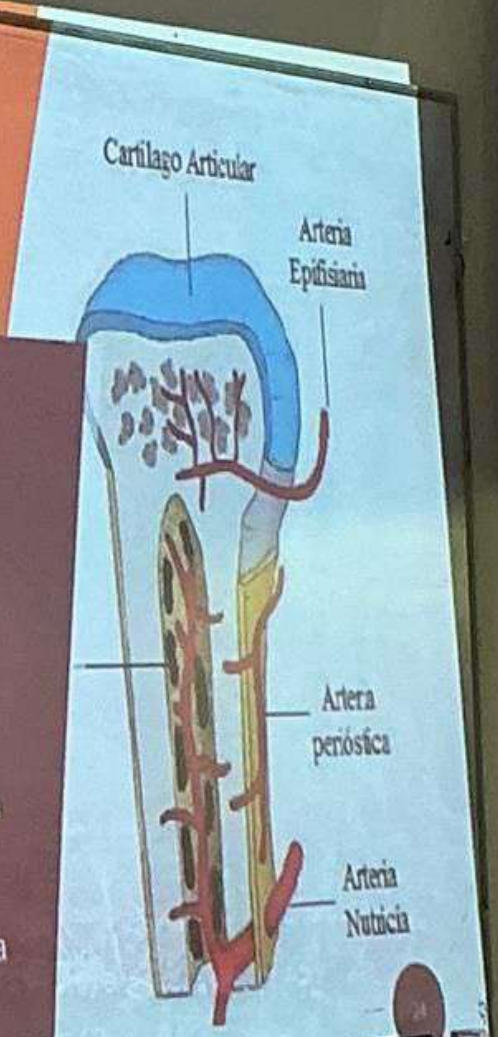
Compartimento Vascular

- **Funciones del Compartimento Vascular:**
  - **Suministro de Nutrientes y Oxígeno:** La red de vasos sanguíneos en la médula ósea asegura que las células hematopoyéticas reciban un suministro constante de oxígeno y nutrientes, lo cual es vital para su funcionamiento y supervivencia.
  - **Regulación de la Hematopoyesis:** El compartimento vascular no solo actúa como un sistema de transporte, sino que también proporciona señales reguladoras que afectan el comportamiento de las células madre hematopoyéticas y mesenquimatosas multipotentes.
  - **Interacción con el Microambiente:** La vascularización de la médula ósea crea nichos específicos que influyen en la diferenciación y proliferación de las células madre, lo que es crucial para la homeostasis y la respuesta a lesiones.



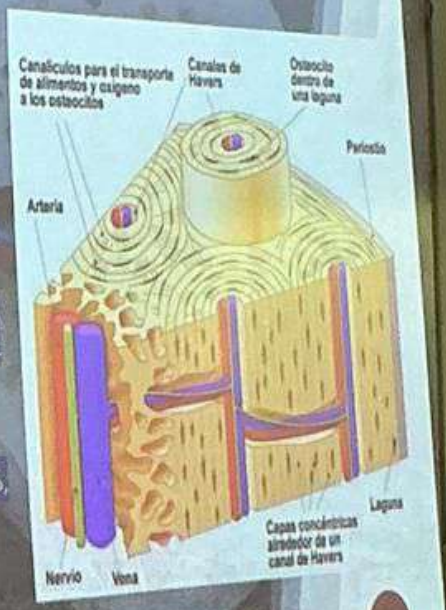
El hueso cortical de los huesos tubulares largos recibe su irrigación de dos fuentes:

- Arterias nutricias: ingresan al hueso a través de un agujero nutricio y riegan el espacio medular y la mitad externa de la corteza.
- Arterias perforantes: son pequeñas y se extienden hacia el interior desde las arterias periósticas en la cara externa del periostio y se anastomosan en la corteza con las ramas de las arterias nutricias procedentes de la médula ósea.



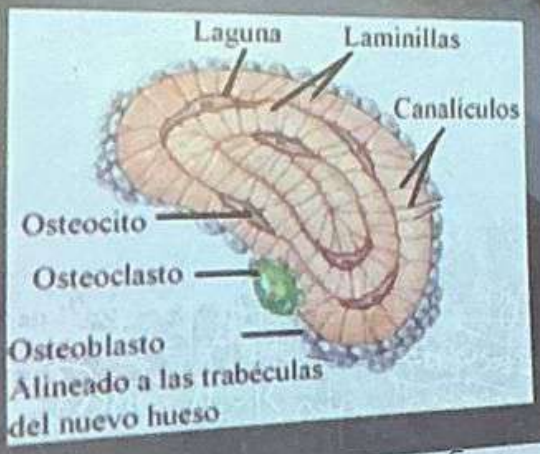
IRRIGACIÓN ÓSEA

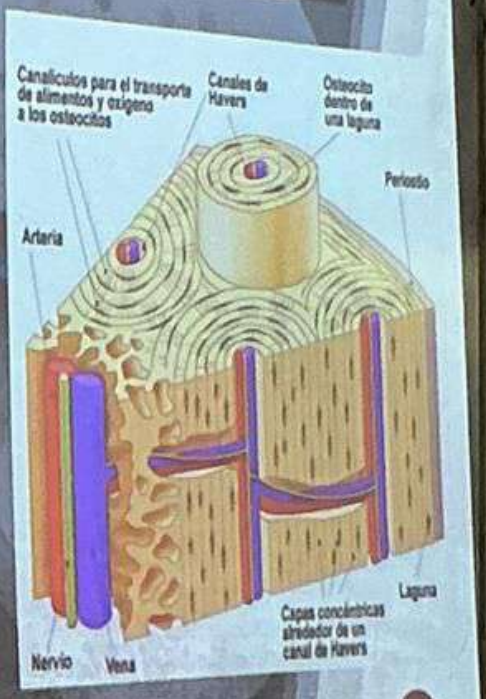
- DISTRIBUCIÓN DE LA SANGRE EN LA CORTEZA:
  - CONDUCTOS DE HAVERS: SON ESPACIOS EN EL HUESO DE LA CORTEZA QUE PASAN EN FORMA PARALELA CON EL EJE LONGITUDINAL DEL HUESO POR UNA CORTA DISTANCIA Y DESPUES SE RAMIFICAN Y COMUNICAN CON OTROS CONDUCTOS SIMILARES.
  - CONDUCTOS DE VOLKMAN: SON ESPACIOS EN LA CORTEZA QUE CORREN PERPENDICULARMENTE A SU EJE LONGITUDINAL PARA CONECTAR CONDUCTOS DE HAVERS ADYACENTES.
- CADA CONDUCTO PORTA UNO O DOS VASOS SANGUÍNEOS, VASOS LINFÁTICOS Y ALGUNAS FIBRAS NERVIOSAS.



IRRIGACIÓN ÓSEA

- EN EL HUESO ESPONJOSO:
  - No es penetrado por vasos sanguíneos, en su lugar, las células del hueso esponjoso se nutren por difusión desde la superficie del endostio.
  - Esto a través de canalículos que interconectan sus lagunas llenas de líquido circundante hasta la superficie ósea.





Osteona, Unidad Fundamental del hueso

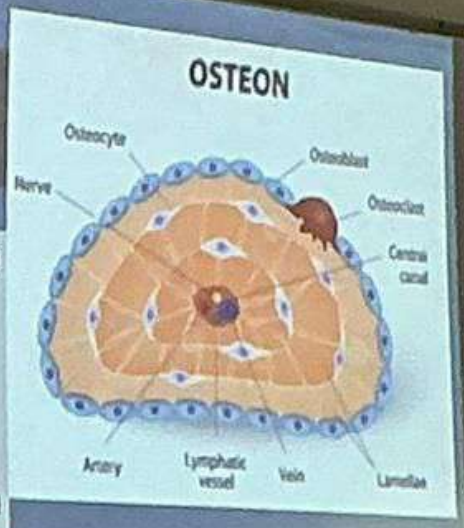
Tejido Óseo

El prehueso → Osteona → cuando empieza a formarse

- El hueso es un tejido conjuntivo en donde la matriz extracelular contiene sales inorgánicas de calcio, lo cual le confiere fuerza tensil y compresión.
- La matriz se compone de dos tipos de sustancias:
  - Materia orgánica, la cual representa del 30 a 35% del peso del hueso y consta de:
    - 88% de colágeno tipo I, tiene menores proporciones de colágeno III, V, X y XII.
    - 10% de proteínas,
    - 1 a 2% de lípidos y glucosaminoglucanos.
    - Se compone de células, vasos sanguíneos y nervios óseos.
  - Materia inorgánicas:
    - Hidroxiapatita, compuesta de sales de fosfato de calcio, carbonato y fluoruro de calcio.
    - Ocupa el 65 a 70% del peso del hueso.

Tejido Óseo

- En el Hueso laminar que es la forma ósea fuerte y madura, se origina de manera lenta y muy organizada (adulto).
- Se compone de:
  - Unidades cilíndricas llamadas osteonas o Sistemas de Havers.
  - Constan de laminillas concéntricas de matriz ósea alrededor de un conducto de Havers central (conteniendo vasos sanguíneos y la inervación de la osteona).
  - Laminillas circunferenciales se encuentran en el interior y exterior del cuerpo (como anillos de crecimiento de un árbol).
- El hueso esponjoso se compone de laminillas de igual forma, pero no son penetradas por vasos sanguíneos, se origina de manera rápida con baja resistencia tensil y sirve como armazón temporal para sostén (en el feto, tumores, infecciones o como parte de fracturas en consolidación.



En los anillos circunferenciales está la medula ósea

- Cels. Indiferenciadas localizadas en periostio, endostio y disco epifisiario, activas durante el crecimiento o en fracturas a consolidar.
- Dan lugar a los osteoblastos
- Son sustitución de hueso desgastado.

- Formadoras de hueso, generan matriz ósea. 2 fases:
  - Osificación: formación de osteoide y prehueso
  - Calcificación: depósito de sales de calcio en el osteoide.
- Regulan el calcio y fosfato, secretan factores de crecimiento y factor de necrosis tumoral.

- Cels. Devoradoras de Hueso, encargadas de la resorción ósea, quitando el contenido mineral y matriz orgánica.
- Cels. Fagocíticas (monocito/macrófago),
- Regulación:
  - PTH: aumenta su # y su función.
  - Calcitonina: disminuye el # y su función, al igual que de estrógenos (menopausia)

- Cels. que se dedican al mantenimiento de la matriz ósea.
- Se encuentra dentro de un liq. E/c denominado laguna, rodeadas de una matriz intercelular calcificada. Su permeabilidad se da a través de canalículos
- Su muerte ocasiona resorción de la matriz.